

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-184782

(43)Date of publication of application : 12.08.1991

(51)Int.Cl.

B25J 5/00

(21)Application number : 01-324218

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 14.12.1989

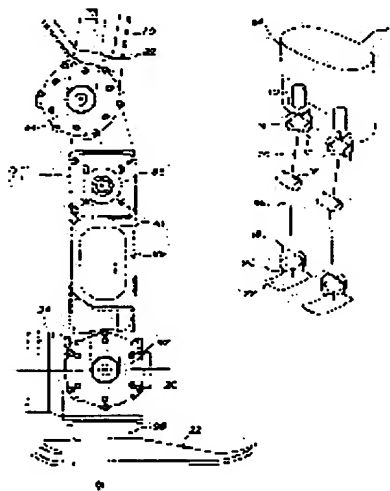
(72)Inventor : GOMI HIROSHI
KUMAGAI TOMOHARU
HIROSE MASATO
NISHIKAWA MASAO

(54) JOINT STRUCTURE FOR LEG TYPE WALKING ROBOT

(57)Abstract:

PURPOSE: To make it possible to reduce the extent of inertial mass in the lower member as well as to abate the total amount of energy required for drive by setting up an output shaft of an electric motor for pitch motion concentrically with a turning axis in the degree of pitching freedom.

CONSTITUTION: A knee joint 16 and a foot joint are connected by a lower thigh link 86, a recess 87 is formed at the upper end side of this lower thigh link 86 as well, and a fifth electric motor 88 is housed in this recess 87, while the output is inputted into a fifth harmonic speed reducer 92 set up in an ankle part via a belt 90, and a foot part 22 is driven in the pitching direction centering on an axis 18. In addition, centering on an axis 20 orthogonal with the axis 18, the foot part 22 is constituted free of rocking motion in the rolling direction. Consequently, a sixth harmonic speed reducer 94 and a sixth electric motor 96, supplying power to the former, both are installed after being directly connected to each other. Here the fifth electric motor 88 in the pitching direction is set up as situated as possible at the upper end side, while the output is once transmitted to the fifth speed reducer 92 set up in the lower joint part.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑫ 公開特許公報(A) 平3-184782

⑤ Int. Cl.³

B 25 J 5/00

識別記号

C

庁内整理番号

8611-3F

④ 公開 平成3年(1991)8月12日

審査請求 未請求 請求項の数 9 (全10頁)

⑥ 発明の名称 脚式歩行ロボットの関節構造

⑦ 特 願 平1-324218

⑧ 出 願 平1(1989)12月14日

⑨ 発 明 者 五 味 洋 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

⑩ 発 明 者 熊 谷 智 治 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

⑪ 発 明 者 広 瀬 真 人 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

⑫ 発 明 者 西 川 正 雄 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

⑬ 出 願 人 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山2丁目1番1号

⑭ 代 理 人 弁理士 吉 田 豊

明細書

1. 発明の名称

脚式歩行ロボットの関節構造

2. 特許請求の範囲

- (1) 股関節相当部位を支点として脚部をピッチ方向に揺動させる回転自由度を含む少なくとも2つの動作自由度を備えてなる脚式歩行ロボットにおいて、該ピッチ方向自由度の回転軸線と同軸に該ピッチ運動用の電動モータの出力軸を配置したことを特徴とする脚式歩行ロボットの関節構造。
- (2) 前記ピッチ運動用の電動モータの出力軸と同軸に、その出力を入力して倍力する減速機の入力軸を配置したことを特徴とする請求項1項記載の脚式歩行ロボットの関節構造。
- (3) 前記2つの動作自由度の内、他方の自由度は前記脚部をピッチ方向と直交するロール方向に揺動させる回転自由度であって、該ロール運動用の第2の電動モータとその出力を入力して倍力する減速機とを備えると共に、該ロール方向自由度の回転軸線と同軸に、該第2減速機の出力軸を配置

したことを特徴とする請求項1項記載の脚式歩行ロボットの関節構造。

- (4) 前記股関節相当部位は、前記2つの動作自由度の回転軸線の交点の垂直方向において下方位置に、前記脚部の一部を構成するリンクを備えると共に、その上方位置には該リンクに対して前記2つの動作自由度をもって相対回転する上位部材を備えてなり、該上位部材に前記第2電動モータを固定し、その出力軸と前記第2減速機の入力軸とを動力伝達手段を介して接続したことを特徴とする請求項3項記載の脚式歩行ロボットの関節構造。

- (5) 前記上位部材が垂直方向において更にその上方位置に、該垂直軸線からなる第3の自由度軸線を中心として相対回転する第2の上位部材に連結されてなり、該第3自由度軸線を中心とする旋回運動用の第3の電動モータとその出力を入力して倍力する第3の減速機とを備えると共に、該第3自由度軸線と同軸に該第3減速機の出力軸を配置したことを特徴とする請求項4項記載の脚式歩行

ロボットの関節構造。

(6) 前記第3電動モータを前記第2上位部材に固定すると共に、その出力軸と前記第2減速機の入力軸とを動力伝達手段を介して接続したことを特徴とする請求項5項記載の脚式歩行ロボットの関節構造。

(7) 前記第3電動モータが、前記第3自由度軸線に対して進行方向において後方位置で、かつ該第3自由度軸線に近接した位置で前記第2上位部材に固定されることを特徴とする請求項6項記載の脚式歩行ロボットの関節構造。

(8) 股関節相当部位を支点として少なくとも脚部をピッチ方向に揺動させる第1の動作自由度を備え、更に該脚部を該ピッチ方向に揺動させる第2、第3の動作自由度を有する少なくとも3個の関節を備えてなる脚式歩行ロボットにおいて、前記3つの動作自由度の回転軸線が、他の自由度の干渉を受けることなく、常に平行となる様に前記関節を配置したことを特徴とする脚式歩行ロボットの関節構造。

位が有する慣性質量を駆動することによって大きなトルクと駆動速度とが要求される。斯る脚式歩行ロボットにおいて、駆動トルクや速度が大きくなることは、ロボットの移動に費やされる消費エネルギーが増大することを意味する。移動ロボットにとって消費エネルギーの増大は、その有用性からすれば好ましくない。脚部には進行方向（以下「ピッチ方向」と呼ぶ）、左右方向（以下「ロール方向」と呼ぶ）乃至は回転方向等の多数の運動を司る関節が設けられているが、このうちピッチ方向の運動を担うものにおいて、上記の要求が一段と強い。何故ならば、ピッチ方向の運動は動作範囲が広く、従って加減速が大きく、他の関節に比べて遥かに大きなトルク、速度或いは駆動頻度を要求されるので、ピッチ方向駆動用の関節及び駆動用モータは結果的に大型で重いものにならざるを得ないからである。

一般的に脚式移動ロボットにおいては、上述した関節が直列に配置されており、そこにおいて高トルク、高速度を出力する駆動手段を採用する

(9) 相対運動可能な2個のリンク部材を関節で連結する脚式歩行ロボットにおいて、前記関節の軸線と同一の軸線上に減速機を設け、該減速機の上方に動力伝達手段を介して関節駆動用モータを配置したことを特徴とする脚式歩行ロボットの関節構造。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は脚式歩行ロボット、特に2足歩行ロボットの関節構造に関し、その股関節部位での被動部の慣性質量を低減させて駆動エネルギーを効果的に低下する様に構成した脚式歩行ロボットの関節構造に関する。

(従来の技術及び発明が解決しようとする課題)

2足歩行ロボット等、複数本の脚部を持つ脚式歩行ロボットについて歩行中の各部の運動を考察してみると、胴体の部分は概ね一定の速度で移動するのに対し、脚部は歩行の1周期毎に大きな加速・減速を繰り返しており、従って脚部の駆動を担う関節部の駆動手段は、その関節から下の部

ことは、各関節の中でより上位の関節にとっては駆動対象の慣性質量が増大することを意味し、その結果さらに大容量の駆動手段を使用せざるを得なくなり、ロボットの総重量を増加する。その点で近時、特開昭62-97005、62-97006号公報に開示される如く、股関節においてピッチ軸とロール軸とを交差させて配置したものも提案されている。しかしながら、この従来のものにおいては駆動手段として油圧ポンプと油圧アクチュエータを使用している。油圧アクチュエータは小型で強力である長所を有する反面、エネルギーの変換ロスが大きく、油圧ポンプを駆動する電動モータの容量が大きくなり、これは搭載するエネルギー量が限定される脚式歩行ロボットにとっては望ましいものではない。またいずれにしても慣性質量を低減すべく関節構造を配置する思想を開示するものではなかった。

従って、本発明の目的は上記した欠点を解消し、駆動手段として電動モータを使用して小型・軽量化を図ると共に、付随する減速機等も含めて

それらの適正な配置を図り、よって股関節での被動部の慣性質量を効果的に低減する脚式歩行ロボットの関節構造を提供することにある。

更にまた、脚式歩行ロボットの股関節には多くの自由度が集中するために構成が複雑となり、関節の作動時に各部の機構的な干渉が生じ易い。そのためには機構部分が互いに離間する様に設計することになるが、例えば左右の脚部の間隔を大きくとると、一方の脚部を遊脚させたとき、その遊脚側の脚部と本体部との重量が支持脚側に加わり、支持脚の股関節のうちロール方向を駆動する関節にそのモーメントが作用する。作用モーメントは両脚の離間距離に比例して増加するので、左右関節を駆動する電動モータもまた大きな出力を必要とし、その点でも慣性質量が大きくなって消費エネルギーが増加する。また左右の脚部が互いに離れた配置はロボット本体部の垂直軸回りの慣性モーメントを増大させ、よってロボットの身軽さが犠牲となる。

従って、本発明の第2の目的は股関節の構成

をコンパクトにまとめることで上記した干渉を排除し、かつロボットの慣性モーメントも小さくすることが出来る脚式歩行ロボットの関節構造を提供することにある。

更にまた、脚式歩行ロボットにおいては股関節と足関節に加えて膝関節も設けられ、前記した如くピッチ方向、ロール方向等にそれぞれ駆動されるが、その場合にロボットの歩行制御において遊脚側の運動軌跡が容易に算出出来ることが望ましい。その点において前記した従来技術においては、該3個の関節軸が平行に配置され、直交座標系での計算を可能としている。しかしながら、この例にあっては方向転換用のヨー軸を大腿部に設けているため、旋回動作を行うと、ピッチ軸の平行関係がその干渉を受けて崩れてしまい、計算を著しく複雑にする。而して、歩行ロボットにおいて旋回動作は不可避なものである。

従って、本発明の第3の目的は、該3個の関節を他の自由度の干渉を受けることなく常に適正な位置関係に保持して遊脚側の運動軌跡の算出を

容易とする脚式歩行ロボットの関節構造を提供することにある。

更にまた、斯る脚式歩行ロボットにおいては駆動源を関節の上位に配置するのが下部の慣性モーメントを低減する点で有益であり、また斯く構成することにより、全体の重心高さが高くなって立脚時に上体を倒そうとする重力が働いたときに倒立振子としての倒れ込み時間が長くとれ、制御において態勢の立て直しに時間的な余裕を生ずる。この理由から、歩行ロボットを設計する際に関節よりも上位に駆動用の電動モータを配置し、そのモータから適切な伝動比をもつベルトで関節を駆動することが、例えば日本ロボット学会誌1巻3号の古荘著、「動的2足歩行ロボットの制御」で提案されている。

しかしながら、この公知の構造では3～4倍の減速比しか得られない減速比率に制限のあるベルトでモータのトルクを伝動しているので、本来高速回転させるべき電動モータを低速で使用しなければならず、減速比で所要のトルクを得ること

が出来ないこととなってモータの容量を大きくせざるを得ず、所期の目的たる慣性モーメントの低減にはさほど効果を期待することが出来なかった。また関節で要求されるトルクは立脚期に自重を支えるために必要な量として必然的に決定されるので、そのトルクを伝達するのにベルトを用いる従来の配置ではベルト自体に高トルクが作用し、ベルトが幅広で嵩張るものとなって股関節の部位に使用するとき脚部相互間の機械的な干渉を招き、形状としてもガニ股のロボットとならざるを得ない。

従って、本発明の第4の目的は従来技術の上記した欠点を効果的に解消し、慣性モーメントを減少すると共に、その重心位置を高くすることが出来る脚式移動ロボットの関節構造を提供することにある。

(課題を解決するための手段)

上記した目的を達成するために本発明は例えば請求項1項において、股関節相当部位を支点として脚部をピッチ方向に揺動させる回転自由度を

含む少なくとも2つの動作自由度を備えてなる脚式歩行ロボットにおいて、該ピッチ方向自由度の回転軸線と同軸に該ピッチ運動用の電動モータの出力軸を配置する様に構成した。

(作用)

例えば請求項1項においては上記の如く構成したことから、股関節の中で最もトルクが要求され、結果として最も重いモータを備え、かつ最も頻繁に使用されるピッチ方向の動力源を最重視した配列とすることで、下位部材の慣性質量を減少させ、かつ駆動に要する総合的な消費エネルギーを効果的に低減することが出来る。

(実施例)

以下、脚式歩行ロボットとして2足歩行ロボットを例にとって本発明の実施例を説明する。第1図はそのロボット1を全体的に示す説明スケルトン図であり、左右それぞれの脚部に6個の関節(軸)を備える。該6個の関節(軸)は上から順に、脚部回旋用の関節(軸)10、股部のピッチ方向の関節(軸)12、同ロール方向の関節(軸)

14、膝部のピッチ方向の関節(軸)16、足首部のピッチ方向の関節(軸)18、同ロール方向の関節(軸)20となっており、その下部には足部22が取着されると共に、最上位には胴体部24が設けられる。上記において股関節は、関節(軸)10、12、14から、足関節は関節(軸)18、22から構成される。

後で詳細に示す如く、股部と足首部ではそれぞれピッチ方向とロール方向の2個の関節が直角に配置されており、その軸線は空間の一点で交差している。また図から明らかな通り、股関節と膝関節と足関節においてピッチ方向の関節(軸)が平行に配置されており、他の自由度の変化の如何に関わらず、特に方向転換用の関節(軸)10の変化の如何に関わらず、この3軸の相対位置関係は変わらない構成となっている。更に、股関節では脚部回旋用の関節10の軸線は上記ピッチ、ロール方向の2つの軸線と相互に直交しており、従って3つの自由度の回転軸が、空間上において互いに直交する関係配置とされている。即ち、第1

図に示す如く、実施例に係る関節構成においては片方の脚部に6つの自由度が与えられており、胴体部24の位置乃至は姿勢に関わりなく、足部を任意の位置、角度、方向に置くことが可能となっている。

第2図乃至第4図は第1図に概念的に示した股関節部を具体的に示す断面図である。以下説明すると、第2図において2点鎖線で示した部位は前記した胴体部24であり、この内部にはロボットの駆動制御用のマイクロ・コンピュータからなる制御ユニット或いはエネルギー供給のためのバッテリー等が収納される(共に図示せず)。胴体部24は第2図に示す様に、人の骨盤に相当する腰板30に適宜な手段でマウントされ、腰板30を介して左右の脚部は結合されてロボットの移動手段を構成している。第1図に示した如く、股関節を含む脚部は左右対称であるので、以下その内の一方についてのみ説明する。

第2図において、腰板30の内部には第1のハーモニック減速機(商品名)32があって、該

減速機32の入力軸にはプーリ34が取着され、プーリ34にはベルト35を介して第1の電動モータ36から駆動力が伝達される。減速機32の入力軸が回されると周知の如く、そのフレックスリング38と固定リング40及び出力リング42との間に相対運動が生じて第1電動モータ36の回転が減速される。而して、固定リング40は腰板30に、出力リング42は出力部材44にボルト止めされているので、第1電動モータ36の回転に応じて腰板30と出力部材44とは、前記した関節軸線10を中心として相対回転する。ここで、第1電動モータ36を腰板30に固定することによって、質量の大きい電動モータを被動される脚部側に取着することを避けることが出来、その慣性質量を防止することが出来る。尚、第1電動モータ36は歩行時の進行(ピッチ)方向において後部側に取着されてピッチ運動時の他の部材との干渉を回避すると共に、軸線10に比較的接近して配置され、垂直軸回りの慣性モーメントを低減する。

出力部材44にはその下部で第1のヨーク部材50がボルト止めされる。第1ヨーク部材は図示から明らかな如く紙面中央付近に広く跨っており、その上部は空洞51になっていて第2の電動モータ52を横向きに収納している。第2電動モータ52の出力は、ベルト54を介してその下方に位置する第2のハーモニック減速機56に入力される。第2ハーモニック減速機56も第1のものと同様に入力回転を減速して倍力し、出力リング58を駆動する。この第2ハーモニック減速機56の固定リング60は第1ヨーク部材50の下部左側にボルト止めされており、出力リング58は第1ヨーク部材50の下位に位置する大腿状のリンク70の上端部に出力部材62を介して固定されているので、第2電動モータ52の作動によって第1ヨーク部材50と大腿リンク70とは相対回転し、図で大腿リンク70を前記した関節軸線14を中心として相対回転させる。関節軸線14は、脚部をロール方向に揺動させる回転軸である。尚、第2ハーモニック減速機56も第1電

動モータ36と同様に、ピッチ方向後部側で軸線10に近接した位置に配置される。

而して、第1ヨーク部材50の下部はその右側で軸受部を構成しており、大腿リンク70を出力部材62と共働して支持する。ここで、大腿リンク70を駆動する第2電動モータ52もまた被動される大腿リンク側ではなく、駆動する第1ヨーク部材50側に取り付けることにより、自らを揺動させることがなく、駆動対象の慣性質量が少なくて済み、結果としてモータの必要トルクを低減することが出来る。

また第3図に明示する如く、大腿リンク70の上部は第2のヨーク部材71を構成しており、そこにおいて左右のヨークに架橋される形で第3のハーモニック減速機72とそれにトルクを入力する第3の電動モータ74とが横方向に直列して配置される。即ち、第3図及び第4図に良く示す如く、ベルトが最早設けられておらず、第3電動モータ74の出力は直ちに減速機72に入力される。この第3ハーモニック減速機72の固定リン

グ76は前記した第2出力部材62に結合されており、その出力リング78は第2ヨーク部材71に結合されていることから、第3電動モータ74が駆動されると、出力部材62と第2ヨーク部材71との間に相対回転が生じ、図で大腿リンク70を軸線12を中心として回転運動させる。軸線12は前記したピッチ方向の関節軸線である。ここで、第3電動モータ74は大腿リンク70を駆動するためのものであるが、被動される大腿リンク70側に取着されておらず、駆動する出力部材62側、換言すれば第1ヨーク部材50側に取り付けられたことにより、大腿リンク70の慣性質量を、少なくとも第3電動モータ74の重量相分だけ低減することが出来、その分、第3電動モータ74自体の容量、即ち重量を小さくすることが出来る。尚、第3ハーモニック減速機72は第4図から明らかな如く、脚部の外側（他方の脚部に対面する側を内側としたとき）に配置され、脚部相互間の干渉を回避する。また先に述べた様に、軸線10、12、14は、点A（第3図）にお

いて相互に直交しつつ交差し、その角度位置を直交座標系の変換で算出出来る様に構成される。

更に、該側に向けて説明を続けると、第2図において大腿リンク70の上端側には凹部79が形成され、そこに第4の電動モータ80が収納され、その出力は下方の膝関節に送られる。第5図及び第6図には膝関節以下の部位が示されており、第4電動モータ80の出力はベルト82を介して膝関節（軸）16に装着された第4のハーモニック減速機84の入力軸に入力される。尚、膝関節16の内部には空洞85が形成され、軽量化が図られる。

また該膝関節（軸）16と足関節とは下腿リンク86で連結されており、下腿リンク86の上端側にも凹部87が形成され、そこに第5の電動モータ88が収納され、その出力はベルト90を介して足首部に配置された第5のハーモニック減速機92の入力され、足部22を前記した軸線18を中心としてピッチ方向に駆動する。また軸線18と直交する前記した軸線20を中心として足

部22はロール方向に揺動自在に構成されており、そのために第6のハーモニック減速機94と、それに動力を供給する第6の電動モータ96とが直結されて設けられている。

ここでピッチ方向の第5電動モータ88は可能な限り上端側に位置させて配置すると共に、その出力を一旦下位の関節部位に配置した第5減速機92に伝達し、その倍力を関節に供給する如く構成される。この構成は膝部についても同様であり、よって慣性質量を低減し、重心位置を高くしている。また先に述べた様にピッチ方向の軸線12、16、18は平行になる様に各関節が位置づけられる。この場合、回旋用の関節(軸)10をそれらの上方に位置させたことから、その干渉を受けることがなく、旋回動作を含む歩行時ににおいて常に直交座標系での位置計算が可能となる。

続いて、実施例に係る歩行ロボットの動作を説明すると第2図乃至第6図に示す如く、電動モータ36、52、74、80、88、96にはロクリエンコード37、53、75、81、89

(第6電動モータは図示省略)が設けられてモータ軸の回転角度を検出すると共に、足首部には6軸力センサ98が設けられて印加荷重等を測定しており、それらの出力は前記した胴体部24内の制御ユニットに送られる。該制御ユニットにおいてマイクロ・コンピュータのCPUは、検出値に基づいて現在角度(位置)を算出し、メモリ内に格納された制御値を検索して検出値との偏差を解消すべく各電動モータを駆動する。但し、その詳細は本発明の要旨とは直接関係するものではないので、これ以上の説明を省略する。尚、制御ユニットは胴体部24内に収容されていて電動モータ群から隔離されているため、電磁ノイズの影響を受けることがない。

本実施例においては駆動源として油圧機器に比べて絶対的に軽量で足る電動モータを使用すると共に、股関節においてピッチ方向の運動を行う関節を大腿リンクに最も接近する位置に配置したことから、ピッチ運動に際して他の関節(軸)を駆動する動力源の重量がその負担とならず、よっ

てピッチ運動を駆動する動力源(第3電動モータ74)の容量を効果的に低減することが出来る。更に、そこにおいて第3ハーモニック減速機72と第3電動モータ74の回転軸を共に大腿リンク70のピッチ運動の回転軸に一致させて配置したので、自らの慣性質量を理論上最も低減する配置とすることが出来た。もし、これがピッチ回転軸12から所定距離だけオフセットして配置されたとしたら、減速機とモータの固有の慣性質量に、その質量×距離の自乗を加算したものが実際の慣性質量となり、オフセット距離が大きくなるにつれて慣性質量が飛躍的に増大する。即ち、関節軸12と14との交点に、どの関節の駆動モータ(と減速機)を配置するかを決定するとき、最も重量があり、かつ使用頻度の高いピッチ運動用のものを選択し、その他のものは別に配置するのが、合理的なのである。而して、その他のものについては次に大きなトルクと速度とを要求される左右方向の関節をピッチ関節に直ちに隣接して配置し、出力トルクと速度並びに速度変化の要求が最も

少なく、かつ使用頻度の最も少ない回旋用の関節を最上位に配置した。よって、例えば脚部全体の回旋動作のときには他の関節部が全て負荷となるが、回旋運動自体はピッチ運動と比べれば駆動速度は小さくて済むため、慣性質量が大きくても駆動トルクをさほど要求されない、と言った実用上のニーズに照らしても理想的な配置とすることが出来た。また歩行の実体から回旋運動時間はピッチ運動時間に比べて少ないことから、エネルギー消費の点でも図示した配置は有用なものである。

また実施例で明示した股関節の配置は極めてコンパクトであり、第2ハーモニック減速機56は脚部の後部(進行(ピッチ)方向から見て)側に吊下される様に取着されており、大腿リンク70が進行方向前方に振り出されたとき干渉するものが何も存しない配置となっている。従って、大腿リンク70のピッチ方向の可動範囲を広くとることが出来、人の場合と同様にしゃがむことも可能となる。また第3ハーモニック減速機72は脚部の外側に位置しており、左右の減速機同士が干

渉し合うことを未然に防止しており、従って両脚の間隔を狭く設定することが出来る。その結果、片脚を遊脚させたときに支持脚側に加わる重力によるモーメントを小さくすることが出来、この面でもロール方向の関節駆動用の第2電動モータ52の容量を小さなものにすることが出来、慣性質量の一層の減少を図ることが出来る。

更にまた、上記実施例によるときは第1電動モータ36がロボットの後部側に配置されているだけでなく、比較的ロボットの中心線寄りに配置されていることから、ロボット自体の垂直軸回りの慣性モーメントを小さなものとする事が出来、ロボットの制御時に軽便な動作を期待することが出来る。

更にまた、上記構成において関節駆動用のモータを上位側の部材に収納し、その出力をベルトで伝達すると共に、一方では当該関節にその回転軸と一致する出力軸を持つ減速機を配置して該ベルトの一端に接続したので、重量を実質的に増加することなく、慣性モーメントを低減することが

出来、かつ図示の如くロボットの重心を高くすることが出来る。この場合、図示した如く、収納部材においては可能な限り上位側にモータを位置させることが、効果的である。何となれば、モータと減速機間の距離が増加したとしても、駆動ベルトは減速前の比較的小さなモータトルクを伝達するだけで良いので、細く且つ軽量で足り、両者の距離が伸びても、実質的に重量の増加は少ないからである。

更にまた、上記構成においてピッチ方向の軸線12、16、18が常に平行となる様に股関節等の関係位置を決定したので、遊脚の運動軌跡が容易となり、胴体部の位置、姿勢を変えることなく脚部を任意の位置或いは方向に置こうとするとき、その算出が容易となり、演算時間も短縮することが出来る。

尚、上記実施例において減速機をハーモニック減速機として説明してきたが、それに限られるものではなく、他の適宜な歯車型のものでも良い。

またベルトの動力伝達比については特に述べなかったが、等倍に設定しても良く、或いはそれ以外の値を使用して減速・倍力しても良い。

またモータの回転角度を検出する手段として、ロータリエンコーダを使用したか、ポテンシオメータ等を使用しても良い。

更に、2足歩行ロボットの下肢側を例にとつて本発明の実施例を説明したが、本発明はその上肢側にも同種構造である限り妥当するものであり、更には2足に限らず3足乃至それ以上の脚部を備えるものにも妥当する。

(発明の効果)

請求項1項は、股関節相当部位を支点として脚部をピッチ方向に揺動させる回転自由度を含む少なくとも2つの動作自由度を備えてなる脚式歩行ロボットにおいて、該ピッチ方向自由度の回転軸線と同軸に該ピッチ運動用の電動モータの出力軸を配置する様に構成したので、股関節乃至は足関節の中で最も重量があり、かつ最も頻りに使用されるピッチ方向の動力源を最重視した配列とす

ることが出来、その下方部材の慣性質量を低減することが出来、駆動に要するエネルギー量を効果的に低減することが出来る。

請求項2項記載の脚式歩行ロボットの関節構造は、前記ピッチ運動用の電動モータの出力軸と同軸に、その出力を入力して倍力する減速機の入力軸を配置する様に構成したので、上記した効果を奏するコンパクトな関節構造を実現することが出来る。

請求項3項記載の脚式歩行ロボットの関節構造は、前記2つの動作自由度の内、他方の自由度は前記脚部をピッチ方向と直交するロール方向に揺動させる回転自由度であつて、該ロール運動用の第2の電動モータとその出力を入力して倍力する減速機とを備えると共に、該ロール方向自由度の回転軸線と同軸に、該第2減速機の出力軸を配置する様に構成したので、前記した効果を奏するコンパクトな関節構造であつて、干渉も少なく重心高さも高くすることが出来る関節構造を実現することが出来る。而してその構成はより具体的に

は請求項4項乃至6項に記載する如くした。

請求項7項記載の脚式歩行ロボットの関節構造は、前記第3電動モータが、前記第3自由度軸線に対して進行方向において後方位置で、かつ該第3自由度軸線に近接した位置で前記第2上位部材に固定される様に構成したので、股関節部位で上述した効果に加えて、干渉が少なく自由な姿勢をとることが可能であると共に、垂直軸回りの慣性モーメントも低減する関節構造を実現することが出来る。

請求項8項記載の脚式歩行ロボットの関節構造は、股関節相当部位を支点として少なくとも脚部をピッチ方向に揺動させる第1の動作自由度を備えと共に、更に該脚部を該ピッチ方向に揺動させる第2、第3の動作自由度を有する少なくとも3個の関節を備えてなる脚式歩行ロボットにおいて、前記3つの動作自由度の回転軸線が、他の自由度の干渉を受けることなく、常に平行となる様に前記関節を配置する如く構成したので、他の動作自由度の変化の如何に関わらず、常に直交座

標系で位置を求めることが出来、遊脚側の運動軌跡の算出を容易とする関節構造を実現することが出来る。

請求項9項は、相対運動可能な2個のリンク部材を関節で連結する脚式歩行ロボットにおいて、前記関節の軸線と同一の軸線上に減速機を設け、該減速機の上方に動力伝達手段を介して関節駆動用モータを配置する様に構成したので、慣性質量を低減すると共に、重心高さを高くして異常時の倒れ込み時間を長くすることが出来、よってその間に姿勢等を回復する余裕時間を延長することが出来る関節構造を実現することが出来る。

4. 図面の簡単な説明

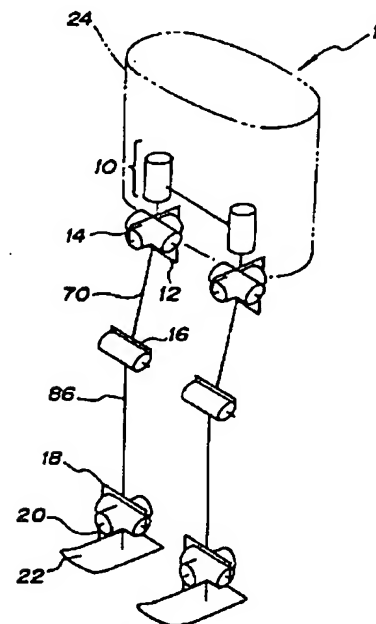
第1図は本発明に係る脚式ロボットを全体的に示す概略図、第2図はその股関節の構造を詳細に示す断面図、第3図は第2図III—III線断面図、第4図は第2図IV—IV線断面図、第5図は第1図の股関節以下の部位を示す説明側面図及び第6図はそのVI—VI線部分断面図である。

1・・・脚式歩行ロボット(2足歩行ロボット)

、10・・・脚部回旋用の関節(軸)、12・・・股部のピッチ方向の関節(軸)、14・・・股部のロール方向の関節(軸)、16・・・膝部のピッチ方向の関節(軸)、18・・・足首部のピッチ方向の関節(軸)、20・・・足首部のロール方向の関節(軸)、22・・・足部、24・・・胴体部、30・・・腰板、32、56、72、84、92、94・・・ハーモニック減速機、34・・・プーリ、35、54、82、90・・・ベルト、36、52、74、80、88、96・・・電動モータ、37、53、75、81、89・・・ロータリエンコーダ、38・・・フレックスリング、40、60、76・・・固定リング、42、58、78・・・出力リング、44、62・・・出力部材、50、71・・・ヨーク部材、51、85・・・空洞、70、86・・・リンク、79、87・・・凹部、98・・・6軸力センサ

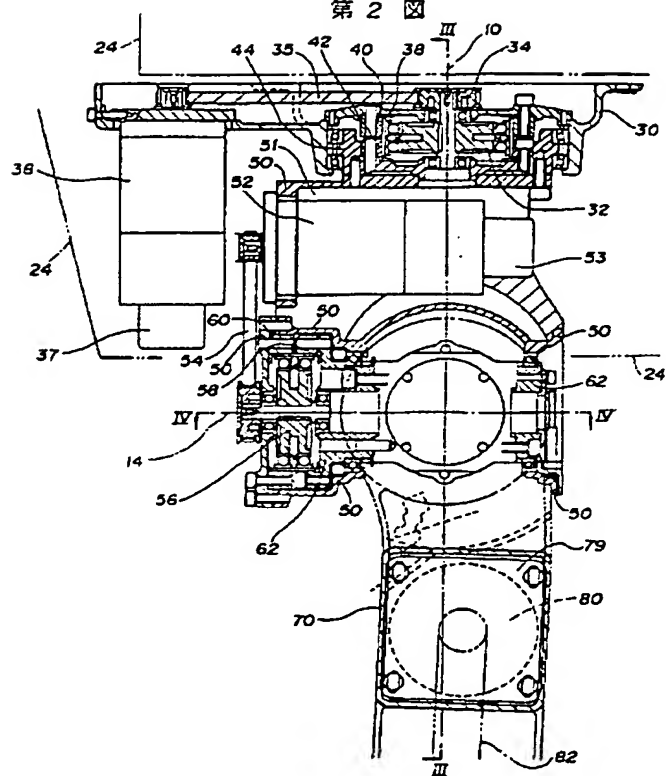
出願人 本田技研工業株式会社
代理人 弁理士 吉田 豊

第1図

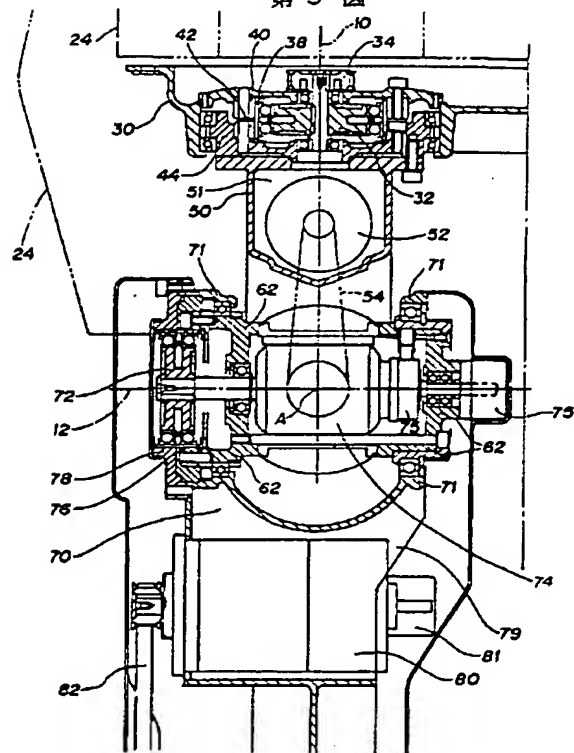


1 --- 脚式歩行ロボット
10, 12, 14 --- 股関節(相当部位)
12 --- ピッチ方向関節(軸)

第 2 図



第 3 図



第 4 図

